



CATÓLICA

INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

LISBOA · PORTO

FUNÇÕES EXECUTIVAS E CONCEITOS DE CARDINALIDADE E ORDINALIDADE EM CRIANÇAS DO PRÉ-ESCOLAR COM DIFERENTES METODOLOGIAS DE ENSINO

Dissertação apresentada à Universidade Católica Portuguesa para obtenção de grau
de mestre em Neuropsicologia

Por

Inês Montenegro

Lisboa, 2020



CATÓLICA

INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

LISBOA · PORTO

**FUNÇÕES EXECUTIVAS DE CARDINALIDADE E ORDINALIDADE EM CRIANÇAS
DO PRÉ-ESCOLAR COM DIFERENTES METODOLOGIAS DE ENSINO**

**EXECUTIVE FUNCTIONS AND CONCEPTS OF CARDINALITY AND ORDINALITY
PRESCHOOL CHILDREN WITH DIFFERENT TEACHING METHODOLOGIES**

Dissertação apresentada à Universidade Católica Portuguesa para obtenção de grau
de mestre em Neuropsicologia

Por

Inês Montenegro

Sob orientação da Doutora Joana Rato

Lisboa, 2020

Resume

Enquadramento Teórico: As funções executivas (FE) são caracterizadas por um conjunto de processos cognitivos complexos que estão associados à aprendizagem e um bom preditor de resultados escolares, nomeadamente na matemática. Assim, importa compreender se as metodologias de ensino interferem ou não nas FE e como estas se relacionam com as competências de matemática. O presente estudo, surge nesse sentido e propõe analisar o desempenho de crianças pré-escolares com diferentes metodologias de ensino em provas de FE e de matemática.

Metodologia: Utilizou-se um método de amostragem não probabilístico, por conveniência. A amostra é composta por 48 participantes, entre os 4 e os 5 anos de idade ($M=4.6$; $DP=0.46$), distribuídos por dois grupos com base na frequência de diferentes metodologias de ensino, em que 26 têm acesso ao método de Singapura (MS) e 22 sem método estruturado (SME). Foi aplicado um protocolo de avaliação neuropsicológico construído para o efeito com um conjunto de instrumentos para avaliar as competências cognitivas e de matemática, nomeadamente, as Matrizes Progressivas Coloridas de Raven, a Escola das Formas, contagem livre, “Diz-me (Quantos são?)”, “Dá-me!” e “Em que Posição?”.

Resultados: Verifica-se homogeneidade nos resultados das provas cognitivas, quando comparadas com as metodologias de ensino, sexo e idades, no entanto, verificam-se diferenças significativas na compreensão do conceito ordinal quando comparadas as metodologias aplicadas, o sexo e a idade.

Conclusão: Ainda que os resultados obtidos não demonstrem significativas diferenças executivas em ambos os grupos analisados, este estudo revelou que com base numa metodologia estruturada, neste caso o método de Singapura, os processos mais complexos de aprendizagem da matemática, como a compreensão do conceito de ordinalidade, podem estar mais desenvolvidos.

Palavras-Chave: Funções Executivas; cardinalidade; ordinalidade; pré-escolar; método de Singapura.

Abstract

Theoretical Background: Executive functions (EF) are characterized by a set of complex cognitive processes that are associated with learning and a good predictor of school results, particularly in mathematics. Thus, it is important to understand whether or not teaching methodologies interfere with EF and how they relate to mathematics skills. The present study emerges in this sense and proposes to analyze the performance of preschool children with different teaching methodologies in EF tests and mathematics.

Method: A non-probabilistic sampling method was used for convenience. The sample consists of 48 participants, between 4 and 5 years of age ($M=4.6$; $DP=0.46$), distributed by two groups based on the frequency of different teaching methodologies, in which 26 have access to the Singapore method (SM) and 22 without structured method (WSM). A neuropsychological assessment protocol constructed for this purpose was applied with a set of instruments to evaluate cognitive and mathematical skills, including Raven's Colour Progressive Matrices, School of Forms, free counting, "Tell me (How many are there?)", "Give me!" and "In what Position?".

Results: Homogeneity is verified in the results of the tests, when compared with teaching methodologies, gender and ages, however, there are significant differences in the understanding of the ordinal concept when compared to the methodologies applied, gender and age.

Conclusion: Although the results obtained do not show significant executive differences in both groups analyzed, this study revealed that based on structured methodology, in this case the Singapore method, the most complex learning processes of mathematics, understanding the concept of ordinality may be more developed.

Keywords: Executive functions; cardinality; ordinality; pre-school; Singapore method.

Agradecimentos

A elaboração deste trabalho não teria sido possível sem o apoio de algumas pessoas, a quem eu gostaria de agradecer.

À Prof.^a Dr.^a Joana Rato pela sua preciosa orientação, apoio, dedicação, motivação e por todo o conhecimento e sugestões que me transmitiu.

À Prof.^a Dr.^a Filipa Ribeiro pelo convite em participar na recolha de amostra para o projeto “Desenvolvimento das representações de quantidade no pré-escolar”, o que conduziu à escolha do tema de tese.

À Dr.^a Débora Oliveira pelo apoio e sempre disponibilidade na resolução de problemas do foro administrativo.

À minha família materna pelo apoio e motivação que sempre me transmitiram.

Por último, um especial agradecimento, à minha mãe e ao meu irmão por me apoiarem incondicionalmente e motivarem todos os dias a fazer melhor. Sem eles nada disto seria possível.

Índice	
1. Introdução	1
2. Enquadramento Teórico	3
2.1. Funções Executivas: Componentes e trajetória de desenvolvimento.....	3
2.2. Desenvolvimento das competências matemáticas: Quando surgem os conceitos de cardinalidade e ordinalidade?	5
2.3. Ensino da matemática no pré-escolar: As orientações curriculares do M.E. e o método de Singapura.....	8
2.4. Relação entre o funcionamento executivo e a matemática no pré-escolar.....	11
3. Problemas em Estudo	13
4. Metodologia	14
4.1. Tipologia do Estudo	14
4.2. Participantes e Processos de Amostragem	14
4.3. Instrumentos de Recolha de Dados	16
4.3.1. Matrizes Progressivas Coloridas de Raven.....	17
4.3.2. Escola das Formas.....	17
4.3.3. Contagem Livre.....	18
4.3.4. “Diz-me (Quantos são?)”, “Dá-me!” e “Em que Posição?”	18
4.4. Procedimentos de Recolha de Dados.....	19
4.5. Análise de Dados	20
6. Discussão	29
7. Limitações	31
8. Conclusões	32
9. Referências Bibliográficas	34

Índice de Tabelas

Tabela 1: Caracterização sociodemográfica da amostra	16
Tabela 2: Desempenho das provas aplicadas	24
Tabela 3: Comparação entre os participantes mais novos de ambos os métodos	25
Tabela 4: Comparação entre os participantes mais velhos de ambos os métodos	26
Tabela 5: Comparação entre o sexo feminino de ambos os métodos	27
Tabela 6: Comparação entre o sexo masculino de ambos os métodos	28
Tabela 7: Correlação entre funcionamento executivo e conceito de cardinalidade e ordinalidade do grupo SME	29
Tabela 8: Correlação entre funcionamento executivo e conceito de cardinalidade e ordinalidade do grupo MS	29

1. Introdução

São vários os fatores que contribuem e influenciam a aprendizagem das crianças, nomeadamente fatores cognitivos, e o funcionamento executivo tem sido destacado na literatura recente como um fator particularmente importante (LeFevre, 2013).

Estudos anteriores sugerem que a promoção do desenvolvimento do funcionamento executivo, bem como a possibilidade de identificação precoce de futuras dificuldades de aprendizagem, são fundamentais logo na idade pré-escolar (Diamond, 2003). O interesse e crescimento na área de estudo das funções executivas (FE) tem se verificado mundialmente, reforçando consistentemente a importância deste desenvolvimento, especialmente neste período, para o sucesso ao longo da sua vida em diferentes áreas (Chu et al., 2019).

Dado o consenso atual entre autores sobre a importância das funções executivas, torna-se pertinente identificar os fatores que podem estar relacionados ao desenvolvimento desta função cognitiva, particularmente nos anos pré-escolares (Schmitt, 2019).

Crianças com maiores capacidades executivas tendem a ter um melhor desempenho escolar, nomeadamente na matemática, permitindo também um maior sucesso na experiência social. As tarefas matemáticas exigem que a criança se recorde de etapas necessárias para resolver um problema, para inibir regras anteriormente aprendidas à medida que novas são adquiridas e para deslocar a atenção, de forma flexível, entre o concreto e elementos mais abstratos. Olhando para o que envolvem as tarefas matemáticas facilmente se fazem ligações com as FE, uma vez que requerem competências executivas como a memória de trabalho, controlo inibitório e flexibilidade cognitiva. Além disso, a evidência neurocientífica mostra uma sobreposição entre as regiões do cérebro envolvidas nas funções executivas e aquelas envolvidas na matemática (Barros, 2013).

A existência da relação entre funções executivas e a matemática já foi documentada, e as funções executivas foram consideradas como um forte preditor de sucesso académico, nomeadamente, na matemática (Valcan, 2020).

Desde há muitos anos que a matemática tem sido a disciplina escolar com maiores insucessos em todos os níveis do ensino e, de acordo com o autor Baroody (2002) a origem do insucesso poderá ter início logo nos primeiros anos de vida da criança (Rosa, 2013). Assim, e com base nos resultados escolares na matemática observados nas crianças de Singapura, e que contrariam esta visão, suscitou-se um

enorme interesse no estudo sobre a metodologia de ensino que é aplicada (Teixeira, 2015).

Em Portugal, particularmente em escolas de Lisboa e Açores, tem sido feito algum trabalho no sentido de implementar uma metodologia de ensino estruturado seguindo o método de Singapura. Este método já é aplicado nos Estados Unidos da América, Reino Unido e Espanha e agora Portugal também junta aos países que têm vindo a implementar este método (Teixeira, 2015).

Deste modo, a pertinência deste trabalho consiste não só de poder ser pioneiro no estudo sobre o possível impacto do método de Singapura em crianças pré-escolares portuguesas, como também relacionar o funcionamento executivo com o desempenho matemático nestas idades.

O presente trabalho está organizado de acordo com a seguinte estrutura: Enquadramento Teórico, onde é realizado uma revisão da literatura existente, aprofundando assuntos como as funções executivas e os respetivos componentes e trajetórias de desenvolvimento; o desenvolvimento das competências matemáticas, concretamente do conceito cardinal e ordinal; as orientações curriculares do ensino público em Portugal e o funcionamento do método de Singapura; e a relação existente entre as funções executivas e a aprendizagem da matemática; Problemas em Estudo onde é apresentada a problemática e os objetivos de investigação; Metodologia que envolve a descrição detalhada da tipologia do estudo, dos participantes e do processo de amostragem, dos instrumentos utilizados para a recolha de dados, os procedimentos de recolha de dados e como foi feita a análise dos dados; Resultados onde são apresentados os resultados obtidos e uma pequena interpretação dos mesmos. Os resultados obtidos serviram como base para responder aos objetivos inicialmente propostos; Discussão que consiste no confronto entre os resultados obtidos e a revisão de literatura já existente e abordada no enquadramento teórico. São abordadas também as limitações do estudo, sugestão para futuros estudos e as conclusões principais conferindo o seu contributo científico.

2. Enquadramento Teórico

2.1. Funções Executivas: Componentes e trajetória de desenvolvimento

As funções executivas (FE) são caracterizadas como um conjunto de processos cognitivos complexos que requerem coordenação para atingir um objetivo específico (Elliott, 2003). São processos associados à seleção de metas, antecipação, iniciativa de atividades e autorregulação, que permitem estabelecer novos padrões de comportamentos, otimizar abordagens a circunstâncias desconhecidas e novas maneiras de raciocínio (Anderson, 2002). Estas funções compreendem os recursos cognitivos necessários para planejar, iniciar, implementar e monitorizar comportamentos orientados para metas e que permitem ao indivíduo agir de forma adaptativa ao mundo que o rodeia. São especialmente importantes quando utilizadas em situações desconhecidas, ou seja, nos momentos em que o controlo inibitório não é capaz de guiar eficazmente o pensamento ou a ação (Diamond, 2003).

Desta forma, as FE são capacidades cognitivas adaptativas fundamentais para a regulação emocional e social (Léon, 2013).

O desenvolvimento das FE inicia-se, aproximadamente, a partir dos doze meses até à idade adulta, sendo que nesta trajetória de desenvolvimento é na idade pré-escolar, nomeadamente, entre os dois e os cinco anos, que se verifica um pico de desenvolvimento (Müller, 2006). Nestas idades, as mudanças estruturais no córtex préfrontal dão um avanço na maturação das áreas cerebrais determinantes para o desenvolvimento das FE (Valcan, 2020).

O córtex pré-frontal é a região cerebral mais intimamente implicada no funcionamento executivo, pois desempenha um papel fundamental nos diferentes processos envolvidos (Barros, 2013), como na ativação da memória de trabalho, na autorregulação do estado de alerta e emocional, no planeamento ou na inibição de uma resposta automática (Papazian, 2006). O desenvolvimento das FE tem sido assim associado à maturação neurológica do córtex pré-frontal (Dias, 2013) que, contudo, é a última região a atingir a maturação devido à complexidade das atividades desempenhadas pelo lobo frontal (Barros, 2013). Os sistemas neuronais do córtex pré-frontal estão relacionados com aspetos cognitivos e comportamentais específicos, sendo que três circuitos frontais e subcorticais paralelos estão envolvidos no desempenho das FE, nomeadamente, o circuito dorsolateral, lateral orbitofrontal e o cíngulo anterior. A mielinização das conexões pré-frontais é um processo que permite a transmissão mais rápida e eficaz dos impulsos nervosos, resultando na melhoria do

processamento de informação e na integração entre processos cognitivos (Barros, 2013). Este processo decorre de forma gradual durante a infância e a adolescência.

De acordo com vários modelos teóricos, estas funções são geralmente divididas em três componentes centrais como o controlo inibitório, memória de trabalho e a flexibilidade cognitiva (Diamond, 2013; Miyake Friedman, Emerson, Witzki & Howerter, 2000).

O controlo inibitório é um processo que envolve a capacidade de controlar ou anular uma forte predisposição interna ou externa da atenção, um comportamento, pensamento e/ou emoções em detrimento de outro mais apropriado numa determinada situação. É o mesmo controlo inibitório que possibilita alterar a forma como reagimos ou como nos comportamos evitando comportamentos impulsivos, impensados ou inapropriados. O controlo inibitório permite concentrarmo-nos num estímulo relevante e suprimir a atenção de outros estímulos, ao qual se denomina de inibição atencional (Diamond, 2013). A dificuldade no controlo inibitório tem sido relacionada com a impulsividade e poderá estar associado à Perturbação de Hiperatividade com Déficit de Atenção (PHDA), Perturbações de Desenvolvimento ou até comportamentos disruptivos (Pereira, 2012). Estudos anteriores apontam também para o controlo inibitório como a primeira capacidade a evoluir, nomeadamente a partir dos doze meses. No entanto, até aos três anos ocorre um estágio de desenvolvimento muito inicial, em que os comportamentos infantis ainda são muito evidentes e espontâneos, como é natural da idade. Só entre os quatro e os cinco anos é que há notória evolução significativa na capacidade de inibir reações e agir de modo mais ponderado (Dias, 2013).

A memória de trabalho é uma memória operacional que mantém informações em mente, por tempo limitado, enquanto trabalha mentalmente com essa informação, manipulando-a enquanto está a ser utilizada numa atividade ou tarefa. A memória de trabalho permite relacionar ideias, integrar informações presentes com outras armazenadas na memória a longo-prazo, lembrar sequências ou ordens de acontecimentos. É fundamental na organização, no planeamento de comportamento complexos e em contexto matemático, não seria possível usar o raciocínio sem memória de trabalho (Dias, 2013). Apesar de a memória de trabalho desenvolver-se, igualmente, a partir dos doze meses, é somente a partir dos três anos até aos cinco anos que as crianças sentirão menos necessidade de ter presente fisicamente um objeto para poder manipulá-lo ou pensar nele. Nesta fase, as crianças tornam-se capazes de criar imagens mentais. Por exemplo, uma criança com cinco anos enquanto brinca com um jogo de peças de encaixe, ela não necessita de experimentar uma a uma, a criança elimina

automaticamente as peças que não apresentam determinadas características. A memória de trabalho desenvolve-se até à idade adulta (Dias, 2013).

A flexibilidade cognitiva consiste na mudança de perspetivas espacialmente, para que isso aconteça é necessário inibir a perspetiva mais evidente, permitindo adequar comportamentos a novas regras. A flexibilidade cognitiva envolve capacidades como alterar o foco de atenção ou de perspetivas e está também, relacionada à criatividade (Dias, 2013). Por exemplo, uma criança que esteja a resolver um problema matemático de uma determinada forma e não consegue obter o resultado é necessário que mude a maneira de resolver o problema, ou seja, que veja o problema de outra perspetiva (Diamond, 2013). A flexibilidade cognitiva começa a desenvolver-se um pouco mais tarde, iniciando-se por volta dos dois aos cinco anos. As crianças começam a adequar o seu comportamento a diferentes regras e ambientes e progride aproximadamente até aos dezoito anos (Pereira, 2018). A flexibilidade cognitiva é o último componente a ser desenvolvido (Dias, 2013).

A integração do controlo inibitório, memória de trabalho e flexibilidade cognitiva estão diretamente relacionados com o desenvolvimento do autocontrolo, atenção seletiva e sustentada, manipulação de ideias, mudança de perspetivas, adaptação a novos contextos (Léon, 2013) e por isso, o desenvolvimento destas competências tornam-se fundamentais à aprendizagem de novos conteúdos, raciocínio, tomada de decisão, capacidade de planeamento, resolução de problemas e concentração perante um ambiente distrator (Dias, 2013).

Durante a infância, as diferenças individuais do desenvolvimento das FE são um bom indicador de resultados futuros, como o bem-estar subjetivo e físico (Thompson, 2020).

O contexto da criança tem também influência no desenvolvimento das FE, por exemplo, crianças que vivem em ambientes desorganizados ou sem hábitos de planeamento prévio de atividades apresentam maior probabilidade de virem a ter dificuldades executivas. Outros fatores como o nível socioeconómico, cultura, ambiente familiar ou interação entre crianças e pais têm também impacto no desenvolvimento das funções executivas (Dias, 2013).

2.2. Desenvolvimento das competências matemáticas: Quando surgem os conceitos de cardinalidade e ordinalidade?

Há muitos anos que se verifica um maior índice de insucesso escolar na disciplina de matemática em todos os níveis de ensino. Segundo Baroody (2012), as

dificuldades na matemática podem ter origem nos primeiros anos escolares uma vez que são nos primeiros anos que são moldadas as convicções sobre a matemática e a sua predisposição para a aprendizagem (Rosa, 2013).

A aprendizagem da matemática em idades precoces constrói-se através da curiosidade e da motivação, e o entusiasmo das crianças cresce naturalmente a partir das suas experiências. O pensamento matemático deverá ser estimulado e exercitado com o objetivo de promover a compreensão emergente de conceitos (Edo, 2007). Estudos têm demonstrado que desde o nascimento até aos cinco anos de idade as crianças começam a desenvolver competências matemáticas informais que são adquiridas através das experiências do dia-a-dia, interação com o ambiente onde estão inseridas e que, se tornam fundamentais para compreender conceitos mais complexos e para o desenvolvimento cognitivo da criança (Ginsburg, 2008) e (Litkowski, 2020). A precocidade de aprendizagem matemática têm revelado um impacto positivo no desenvolvimento das competências matemáticas, cognitivo e social (Klibanoff, 2006).

O desenvolvimento de competências matemáticas em idade pré-escolar pode ser influenciado por várias variáveis, como a disposição e oportunidade de aprendizagem, língua materna, exposição ao ensino dirigido pelo adulto/educador, interação com os filhos em casa e nível de educação parental e socioeconómico (Spreckelsen, 2019). Outra variável de grande importância é o programa educacional do jardim de infância. Campbell (2001) afirma que as crianças matriculadas em jardins de infância com programas educacionais de alta qualidade revelam melhores resultados matemáticos ao longo da vida adulta (Campbell, 2001).

Crianças com déficits matemáticos normalmente desenvolvem competências a ritmo mais lento que os seus pares e a vivenciar dificuldades académicas e de carreira ao longo da vida (Purpura, 2019).

Inicialmente adquirem o conhecimento da numeração, relações e competências aritméticas. A numeração consiste na capacidade de a criança identificar quantos objetos estão num determinado conjunto usando correspondência um a um, isto é, o conhecimento do número cardinal ou compreensão de cardinalidade: relações aritméticas trata-se de a criança ser capaz de comparar quantidades (onde há mais ou menos objetos) e entendimento do conceito da ordinalidade ou de existência de sequências (um objeto está primeiro que o outro), já exigindo um patamar acima do conhecimento sobre a cardinalidade e por fim, as operações aritméticas, que nesta idade, consiste apenas em entender o conceito de adicionar e subtrair (i.e., mais e menos) (Litkowski, 2020).

A contagem é um processo de enumeração que visa determinar a quantidade exata de objetos, recorrendo à compreensão do conceito de cardinalidade. Inicialmente as crianças aprendem a contar como um processo mecanizado, com uma compreensão muito limitada do significado, contudo, a contagem em diferentes contextos conduz ao entendimento do número (Gaspar, 2004; Bryant, 1991). Os autores Chalon-Blanc, Gelman e Gallistel (1978) propõem um modelo de contagem cardinal formado por cinco princípios: (1) *Princípio de Ordem*: as palavras-números têm uma sequência inalterável. As crianças nos seus primeiros anos educação pré-escolar devem saber contar até dez, sem saltar nenhum número; (2) *Princípio da Correspondência Um para Um*: cada objeto corresponde a uma única palavra-número. É fundamental que a criança organize a contagem, não se esqueça de nenhum objeto, nem conte o mesmo objeto mais do que uma vez; (3) *Princípio Cardinal*: a última palavra-número representa o número total dos objetos; (4) *Princípio da Abstração*: os objetos que formam o conjunto podem ser todos diferentes. A criança deve compreender que tudo pode ser contado; (5) *Princípio de Irrelevância da Ordem*: a contagem pode ser feita em qualquer ordem (Abreu, 2017).

As crianças realizam uma contagem assertiva quando são capazes de integrar os cinco princípios (Padilla, 2009).

Uma forma de estimular o desenvolvimento da matemática no ensino pré-escolar está relacionado com a quantidade de linguagem matemática que o educador utiliza, por exemplo, a exposição repetitiva de contagem irá promover a abstração de propriedades matemáticas importantes, como a cardinalidade (Boonen, 2011).

O desenvolvimento da capacidade de contagem inicia-se entre os dois e os três anos de idade, contudo, nesta fase as crianças contam de forma assíncrona, isto é, não atribuem uma palavra-número a um objeto. Normalmente é sempre dado mais ênfase à última palavra da contagem, o que faz com que as crianças lentamente percebam que para conjuntos com uma determinada cardinalidade, o último número é sempre o mesmo e, portanto, começam a usar esse número de forma inapropriada sempre que terminam uma contagem (Colomé & Noël, 2012).

Segundo Àngels (2012), pesquisas sobre o desenvolvimento do significado cardinal mostram que crianças conseguem dizer quantos objetos estão presentes num conjunto antes de serem capazes de fornecer a mesma quantidade de objetos solicitados (Nogueira, 2011).

No entanto, aos cinco anos espera-se que a criança realize a contagem de forma síncrona, que inicie sempre com o número um, contando apenas uma vez cada objeto e que o último número determine o número total de objetos.

Cerca de cinco a dez por cento das crianças em idade pré-escolar revelam dificuldades no processo de contagem, o que poderá indicar, mais tarde, dificuldades de aprendizagem na área da matemática, uma vez que, a contagem é um bom indicador das capacidades matemáticas (Kroesbergen, 2009).

São vários os autores, destacando-se Wiese (2007), que afirmam que o significado cardinal é adquirido antes do ordinal. Só depois de as crianças entenderem o vínculo dependente entre as palavras números e os objetos é que poderão usar a ferramenta numérica noutros contextos, como por exemplo em contexto ordinal (Colomé & Noël, 2012).

Assim, a noção de ordinalidade é um processo bem mais complexo a nível da cognição numérica. Uma das razões da sua complexidade deve-se ao facto de a ordinalidade exigir dois novos conceitos fundamentais: o ponto de referência, ou sejam, a criança deverá compreender “terceiro em relação ao quê?” e a relação de um objeto com outros, por exemplo, se um objeto é o terceiro, também há um segundo e um primeiro. Para além disso, geralmente quando se trata de ordem, existe sempre um critério ou de tamanho, peso, etc. (Santos, 2014). Green, Stromer e Mackay (1993) afirmam ainda que a dificuldade de aprendizagem da ordinalidade em comparação à cardinalidade também se deve ao facto de ordinalidade obrigar a compreensão de três princípios: (1) *princípio da inflexibilidade*, ou seja, numa sequência um estímulo não pode ser seguido por ele mesmo (p. ex.: A1 é seguido por A2, então as relações A1-A1 e A2A2 não são possíveis); (2) *princípio da assimetria* que está relacionado com a unidirecionalidade de uma relação ordinal (p. ex.: se a relação é A1-A2, a reversão A2A1 não faz sentido); (3) *princípio transitivo*, uma vez estabelecida relações ordinais entre pelo menos dois pares de estímulos, havendo um estímulo em comum nos pares, estabelece-se também uma relação ordinal entre os outros estímulos (p. ex.: havendo a relação A1-A2-A3, ficam estabelecidas as relações: A1-A2, A1-A3 e A2-A3 (de Assis, 2010).

2.3. Ensino da matemática no pré-escolar: As orientações curriculares do M.E. e o método de Singapura

As orientações curriculares do ensino público português para o pré-escolar, propostas pelo Ministério de Educação, tem como principal objetivo apoiar a reflexão do educador sobre a intencionalidade da ação pedagógica em contexto escolar. No entanto, não constituem um programa a cumprir, mas sim apenas uma referência. O educador deverá construir e gerir o currículo, que deverá ser adaptado ao contexto social, às

características de cada grupo de crianças e à evolução das suas aprendizagens (Silva, 2016).

A partir da observação e recolha de informação sobre as crianças, o educador explicita as suas intenções educativas, planeia a intervenção e elabora um projeto curricular de grupo. O projeto curricular elaborado pelo educador vai sendo melhorado, revisto e ajustado através de ciclos sucessivos de planeamento, ação e avaliação que se vão aprofundando ao longo do ano.

No ensino público português, embora sem um método específico proposto para as idades até aos 5/6 anos, ou seja, idade anterior ao início da escolaridade obrigatória, também apontam para que as noções matemáticas se iniciem precocemente. É sugerido que os educadores proporcionem diferentes experiências desafiantes, apoiando a reflexão das crianças, colocando questões que permitam explorar e construir noções matemáticas, assim como propor situações problemáticas para que as crianças, juntamente com os pares, encontrem uma solução (Silva, 2016).

Em outros países, o ensino da matemática em idades pré-escolares tem sido valorizado, como é o caso do método de Singapura. A construção do método de Singapura teve por base o matemático Yeap Ban Har, natural de Singapura, atualmente reconhecido internacionalmente como um dos líderes da metodologia estruturada para a aprendizagem da matemática.

O Método de Singapura destaca-se por um forte investimento na formação contínua dos professores, na utilização de bons materiais didáticos e, principalmente, no acompanhamento individualizado das crianças (Teixeira, 2015).

O Método de Singapura baseia-se no princípio de que as crianças são estudantes curiosos, ativos e competentes, e os professores são facilitadores da aprendizagem das crianças (Teixeira, 2015). É a partir de experiências com o meio e interações com os outros que se impulsiona a aprendizagem e a construção de um conhecimento integral e integrado (Abreu, 2017).

Os conteúdos são ensinados, de forma simples e estruturada, logo nos primeiros anos de vida da criança, o que para muitos educadores/professores, é esta precocidade que permite o sucesso da matemática em níveis de dificuldade mais elevados.

O Método de Singapura baseia-se, também, na disciplina e planificação de aulas que são cumpridas desde muito cedo. Assim, as crianças de 3 anos têm uma sessão semanal e as crianças de 4 e 5 anos têm duas sessões semanais de matemática (Cabral, 2016).

Através deste método a criança é motivada e encorajada a pensar de uma forma, organizada e sistematizada, proporcionando o desenvolvimento da criatividade e curiosidade.

O Método de Singapura tem como base um modelo estruturante que está dividido em três fases, que se interligam com a posição central – a avaliação. A primeira fase consiste na compreensão, que é composta por iniciar-abstrair-esquematizar. Um determinado conceito é introduzido (iniciar), a criança é estimulada para que desenvolva uma compreensão geral do conceito (abstrair) e por último, a criança deverá conseguir encontrar padrões ou relacionar com outros conceitos (esquematizar). A segunda fase denominada por consolidação, ocorre quando a criança, através de jogos e rotinas, consegue rapidamente e precisão recordar e identificar os conceitos em causa. Por último, a terceira fase que consiste na transferência que acontece quando a criança domina os conceitos já trabalhados, consegue identificá-los, aplicá-los a novas situações, incluindo a introdução a novos conceitos (o processo repete-se novamente). A avaliação, neste modelo, tem o propósito de monitorizar a evolução de aprendizagem da criança (Cabral, 2016).

Uma das características que define este método é o treino da memória em crianças do pré-escolar, recorrendo à utilização de materiais visuais para a compreensão de conceitos abstratos. Grande parte da resolução de problemas matemáticos passa pela construção de diagramas, esquemas e desenhos possibilitando que a criança solucione problemas de grande complexidade e de fazer cálculos mentais muito rapidamente (Abreu, 2018).

Outra característica de método de Singapura é que as crianças deverão aprender a brincar, desse modo os educadores devem implementar atividades didáticas e orientar as suas brincadeiras não interferindo na criatividade das crianças. Assim como, a importância da estimulação da oralidade, em que a criança é incentivada a expressar oralmente o seu raciocínio. Existem planos/horários semanais estruturados que deverão ser cumpridos.

Com este método a transição da aprendizagem do concreto para o abstrato é feita de forma gradual ajustado à evolução da criança (Simões, 2016).

Trata-se de um método que estimula a resolução de problemas, em pequenos grupos, pretendendo também desenvolver competências sociais através do diálogo e confronto de ideias, incentivando as crianças a aprender conceitos matemáticos como se fossem competências para a vida (Cabral, 2016)

Atualmente está a ser adotado, de forma gradual, em muitos países ocidentais devido aos bons resultados que tem demonstrado. Em Portugal, este método está a ser desenvolvido num colégio em Lisboa e também em alguns arquipélagos dos Açores (Abreu & Teixeira, 2018).

2.4. Relação entre o funcionamento executivo e a matemática no pré-escolar

No pré-escolar, as crianças demonstram diferenças individuais relativamente aos seus conhecimentos matemáticos – capacidade de contar o número de elementos num conjunto ou realizar pequenos cálculos – outros evidenciam menos habilidade. Estas diferenças individuais, reveladas precocemente, tem implicações no seu desempenho escolar (Klibanoff, 2006).

Como visto anteriormente, sabe-se que as funções executivas (FE) desenvolvem-se ao longo da infância, no entanto, tal como outras funções cognitivas apresentam variações de um indivíduo para o outro. As diferenças individuais das FE revelam implicações consistentes no desempenho escolar (Santana, 2019). Recentes evidências científicas têm demonstrado que as FE desempenham um papel importante no desenvolvimento das crianças e podem prever o sucesso na vida adulta (Carlson, 2005). Assim as FE apresentam uma janela de oportunidade no desenvolvimento entre os três e os cinco anos de idade (Kroesbergen et al., 2009).

As primeiras competências matemáticas como compreender palavras e conceitos matemáticos, capacidade de trabalhar números exatos, contar, comparar quantidades e até realizar pequenas operações numéricas podem estar associadas ao desenvolvimento das FE (Schimitt, 2018).

No período do pré-escolar, para além do desenvolvimento das FE há um desenvolvimento muito acelerado das primeiras capacidades escolares, como a alfabetização e as competências matemáticas (Valcan, 2020).

São vários os autores que evidenciam a contribuição das FE para a aprendizagem escolar, sobretudo no desempenho da leitura e da matemática (Pereira, 2018). Segundo Diamond (2013), as FE têm um grande impacto no desempenho escolar por estarem associadas ao ajustamento e ao desenvolvimento cognitivo, emocional, comportamental e social. O desenvolvimento executivo no pré-escolar potencializa a aquisição de competências matemáticas (Gonçalves, 2017).

Estudos anteriores têm demonstrado diferenças no desempenho escolar de crianças com baixo e alto desenvolvimento de funções executivas. Crianças do pré-escolar com maior controlo inibitório e autorregulação tendem a apresentar mais

facilidade para receber instruções, apresentar menos dificuldades de aprendizagem, a revelar prazer e dedicação nas atividades escolares. Já crianças que revelam pior funcionamento executivo têm tendência a demonstrar maior resistência à escolarização, a apresentar mais dificuldades de aprendizagem, revelam também menos prazer e dedicação nas atividades escolares e tendem a abandonar as tarefas antes de finalizá-las comparativamente a os outros (Léon, 2013).

As tarefas matemáticas exigem que a criança se recorde de etapas para resolver um problema, que iniba regras anteriores aprendidas à medida que novas são adquiridas e a transferir a atenção do concreto para elementos de problemas mais conceituais e esta ligação entre as FE e a matemática também proposta pela partilha das mesmas regiões do cérebro envolvidas (Valcan, 2020).

Uma das componentes básicas do funcionamento executivo é a capacidade de inibição, e esta exige a manutenção do foco atencional e a supressão da percepção de tarefas irrelevantes ou memórias. Associada à inibição surge também a capacidade de alternância de tarefas ou flexibilidade cognitiva que exige a capacidade de alternar conjuntos de informação. São estas componentes que estão relatadas como tendo peso para o desempenho matemático em crianças de idade pré-escolar, na medida em que quanto melhor as crianças inibem e alternam, melhor é o seu caso conhecimento numérico e cálculo. A avaliação das funções cognitivas em crianças do pré-escolar, poderão indicar-nos o risco de dificuldades de aprendizagem matemática a longo prazo (Chu et al., 2018). A compreensão do conceito cardinal e ordinal para o desenvolvimento matemático das crianças tem sido salientado pela sua ligação com posteriores dificuldades de aprendizagem em matemática (Chu et al., 2018).

Em vários estudos é consensual a importância da memória de trabalho para o desenvolvimento de domínios de diferentes complexidades, nomeadamente, a matemática. Contudo os estudos que avaliam a relação entre outros componentes das FE (como o controlo inibitório e flexibilidade cognitiva) e o desempenho escolar apresentam resultados contraditórios (Gonçalves, 2017). Como Kroesbergen et al., (2009) que conclui que as funções executivas são um fator importante no desenvolvimento infantil num nível inicial, no entanto, Valcan (2020) conclui que não existe uma relação direta entre as funções executivas e o aproveitamento escolar na área da matemática em crianças de idade pré-escolar.

3. Problemas em Estudo

O presente estudo de investigação tem como principal objetivo compreender a relação do funcionamento executivo com o conhecimento de números cardinais e ordinais em crianças de 4 e 5 anos tendo em consideração a influência de diferentes metodologias de ensino da matemática a que estão expostas.

Trata-se de um estudo pertinente pela escassez de trabalhos de investigação nacionais sobre o funcionamento executivo e a sua relação com conceitos matemáticos em crianças com idade pré-escolar, especialmente no que diz respeito ao estudo da influência de métodos de aprendizagem estruturados versus sem qualquer estruturação para as competências matemáticas.

Neste contexto, os objetivos do presente estudo são os seguintes:

1. Caracterizar a amostra pré-escolar em termos de desempenho do funcionamento executivo e da capacidade de contagem de objetos em contexto cardinal e ordinal;
2. Avaliar se as crianças que frequentam um método pedagógico estruturado para a matemática têm melhor desempenho nas várias tarefas que as crianças que não têm uma aprendizagem baseado num método estruturado;
3. Verificar se existem diferenças significativas relativamente à idade em termos de desempenho do funcionamento executivo e da capacidade de contagem de objetos em contexto cardinal e ordinal;
4. Verificar se existem diferenças significativas relativamente ao sexo em termos de desempenho do funcionamento executivo e da capacidade de contagem de objetos em contexto cardinal e ordinal.

São propostas as seguintes hipóteses de estudo:

H1: O funcionamento executivo apresenta uma associação positiva com a aprendizagem dos conceitos de cardinalidade e ordinalidade.

H2: O método de ensino tem influência na aprendizagem do significado e compreensão de números cardinais.

H3: O método de ensino tem influência na aprendizagem do significado e compreensão de números ordinais.

4. Metodologia

4.1. Tipologia do Estudo

O presente estudo apresenta uma metodologia de investigação observacional uma vez que não existe manipulação experimental por parte do investigador durante a recolha de dados. Trata-se de uma investigação com design temporal transversal pois a recolha de dados foi realizada num único momento do tempo. Pretende-se estudar o desempenho de crianças em provas de funções executivas e de conhecimento do contexto cardinal e ordinal através do método quantitativo. A variável dependente é a compreensão de números cardinais e ordinais, enquanto que a variável independente é o método de ensino.

4.2. Participantes e Processos de Amostragem

O presente estudo inclui participantes de duas escolas pré-escolares da área de Lisboa, uma de ensino público e uma de ensino privado. Relativamente à metodologia de ensino de cada escola no âmbito da matemática, uma não tem método estruturado (SME – Sem Método Estruturado) e a outra escola utiliza o método de Singapura (MS).

Na extração da amostra recorreu-se a um método de amostragem não probabilístico, por conveniência, cujas direções pedagógicas foram contactadas pessoalmente e/ou através de e-mail, para posterior recolha de dados.

Como critérios de inclusão da amostra destaca-se:

1. Crianças nascidas a termo (nascidas a partir das 37 semanas de gestação);
2. Sem perturbações de desenvolvimento ou de aprendizagem sinalizadas;
3. Sem dificuldades sensoriais (audição e visão) e/ou motoras;
4. Língua materna Português-Europeu;
5. Habilitações literárias do Encarregado de Educação igual ou acima do nível secundário;
6. Pontuação acima do percentil 13 na prova das Matrizes Progressivas Coloridas de Raven.

Foram avaliadas 68 participantes, dos quais 20 foram excluídos da amostra por não preencherem os critérios de inclusão: 6 participantes nasceram prematuramente, 3 não tinham o Português-Europeu como língua materna, 8 as habilitações literárias dos encarregados de educação estavam abaixo do nível secundário e 3 apresentaram resultado inferior à linha de corte estabelecida para as Matrizes de Raven (MPCR).

A amostra final ficou constituída por 48 participantes, das quais 22 (45.8%) pertencem a uma escola sem método estruturado (SME) e 26 (54.2%) pertencem a uma escola onde é aplicado o Método Singapura (MS). Na SME não existem aulas específicas para trabalhar conteúdos de matemática e no MS as crianças têm duas vezes por semana uma sessão dedicada a tarefas de matemática seguindo um programa manualizado. A amostra é composta por 60.4% de participantes do sexo masculino e 39.6% do sexo feminino. Maioritariamente dos participantes tem como encarregado de educação a mãe (89.6%) e 61.8% tem, pelo menos, um irmão mais velho.

Relativamente às habilitações literárias dos progenitores o nível predominante é a licenciatura (mães=56.5% e pais=68.1%).

A média de idades (em ano e meses) dos participantes é de 4.6 (DP=0.46), variando entre um mínimo de 4 e um máximo de 5 anos. A média de idades dos pais é de 41.2 anos e das mães é de 38.4 anos.

Os dois grupos são equivalentes em idade, sexo, encarregados de educação, idade dos progenitores e o facto de terem irmãos mais velhos. Contudo existe uma proporção significativamente mais elevada de pais licenciados na escola com MS (76.9% vs. 30%) e de pais com o ensino secundário na escola SME (40% vs. 3.8%), $\chi^2(5) = 18.312$, $p = .001$. Nas mães, também se verifica uma proporção significativamente mais elevada de licenciadas na escola com MS (84.6% vs. 47.6%) e de mães com o ensino secundário na escola SME (47.6% vs. 0%), $\chi^2 = 16.488$, $p = .001$ (Tabela 1).

Tabela 1: Caracterização Sociodemográfica da Amostra (N = 48)

	Total		SME (N=22)		MS (N=26)		Sig.
	N	%	N	%	N	%	
Género							1,000
Masculino	29	60,4	13	59,1	16	61,5	
Feminino	19	39,6	9	40,9	10	38,5	
Idade (M; DP)	4,6	,46	4,82	,39	4,58	,50	,075
Idade em Meses	61,4	6,0	64,0	5,7	59,2	5,4	,004**
Idade em Gestação	39	1,1	39,1	1,1	38,8	1,2	,487
Parto							,684
Normal	18	37,5	8	36,4	10	38,5	

Cesariana	22	45,8	9	40,9	13	50,0	
Fórceps ou Ventosa	8	16,7	5	22,7	3	11,5	
E.E.							,649
Mãe	43	89,6	19	86,4	24	92,3	
Pai	5	10,4	3	13,6	2	7,7	
Idade Pai	41,2	6,78	40,15	7,15	42,08	6,49	,391
Idade Mãe	38,4	7,11	36,90	9,41	39,72	4,36	,390
Hab. Literárias Pai							,001***
1º Ciclo	1	2,2	1	5,0	0	0,0	
3º Ciclo	3	6,5	3	15,0	0	0,0	
Secundário	9	19,6	8	40,0	1	3,8	
Licenciatura	26	56,5	6	30,0	20	76,9	
Mestrado	5	10,9	1	5,0	4	15,4	
Doutoramento	2	4,3	1	5,0	1	3,8	
Hab. Literárias Mãe							.001***
Secundário	10	21,2	10	47,6	0	0,0	
Licenciatura	32	68,1	10	47,6	22	84,6	
Mestrado	2	4,3	0	0,0	2	7,7	
Doutoramento	3	6,4	1	4,8	2	7,7	
Irmãos mais velhos							,366
Nenhum	18	38,3	10	47,6	8	30,8	
Sim	29	61,8	11	52,4	18	69,2	

* $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$ | SME - Sem Método Estruturado; MS - Método Singapura

4.3. Instrumentos de Recolha de Dados

Primeiramente foi entregue um questionário de caracterização sociodemográfica aos encarregados de educação para recolher dados sobre os seus educandos, no qual se recolheu informações como: data de nascimento, número de irmãos quantas semanas de gestação, tipo de parto, idade com que entrou para o jardim-de-infância, diagnóstico de algum tipo de perturbação de desenvolvimento, dificuldade sensorial (audição ou visão) ou motora, se tem apoio técnico ou escolar (ensino especial) e qual a língua materna. Neste mesmo questionário pediu-se aos pais e/ou encarregados de educação que referissem o seu grau de parentesco, habilitações literárias e nacionalidade.

Junto das crianças participantes utilizou-se um protocolo de avaliação neuropsicológico previamente estabelecido, em que inicialmente aplicou-se as Matrizes Progressivas Coloridas de Raven, para garantir os critérios de inclusão e exclusão, seguidamente, para avaliação das funções executivas aplicou-se a Escola das Formas e, por fim, para avaliação dos conceitos de cardinalidade e ordinalidade utilizaram-se as provas de contagem livre, “Diz-me (Quantos são?)”, “Dá-me!” e “Em que posição?”.

A escolha destas provas residiu no facto de avaliar especificamente a aprendizagem e a compreensão dos conceitos de cardinalidade e ordinalidade e também pela colaboração entre o ICS-UCP e o grupo de investigação, para a tradução da tarefa Escola das Formas e estudar a população pré-escolar portuguesa no âmbito do projeto em curso “Desenvolvimento das representações de quantidade no pré-escolar: Influência do método de aprendizagem”.

4.3.1. Matrizes Progressivas Coloridas de Raven

As Matrizes Progressivas Coloridas de Raven (MPCR) são uma versão simplificada das Matrizes Progressivas de Raven (MPR) que visa avaliar o raciocínio e a capacidade de resolução de problemas de crianças com idades compreendidas entre os 4 e os 12 anos. As MPCR têm um total de 36 itens (12 em cada série - A, Ab e B) em que cada item é constituído por uma matriz de figuras geométricas abstratas coloridas, à exceção dos últimos itens que são a preto e branco. Cada matriz apresenta uma lacuna que deve ser preenchida por apenas uma das 6 a 8 peças que são apresentadas abaixo da matriz. A criança, perante um conjunto de alternativas, deverá selecionar a peça que completa corretamente o padrão ou sistema (Simões, 1995).

Para avaliar o funcionamento executivo e a capacidade de produzir palavras numéricas em contexto cardinal e ordinal foram aplicadas às crianças dos dois grupos as seguintes provas:

4.3.2. Escola das Formas

A Escola das Formas é a adaptação portuguesa do original Shape School de Espy (1997) desenvolvida por Rato, Ribeiro & Castro Caldas (2018), trata-se de uma prova de avaliação neuropsicológica das funções executivas em crianças com idade pré-escolar, entre os 3 e os 5 anos.

A prova é aplicada através de uma história com diferentes figuras (círculos e quadrados) de várias cores (amarelo, vermelho e azul). A história está dividida em

quatro partes, que constituem as condições A, B, C e D. Na condição A (controlo), é apresentada à criança quinze figuras e o objetivo é que a criança identifique e nomeie corretamente as várias cores das figuras. Medindo a velocidade. Na condição B (inibição de resposta) são apresentadas figuras com expressões faciais contentes e tristes, pede-se à criança que nomeie apenas as figuras que estão contentes, avaliando a capacidade de a criança inibir uma resposta. Na condição C (alternância) espera-se que a criança nomeie as figuras e que tenha a capacidade para alterar uma resposta em detrimento de outra. Indicar o nome da forma nas figuras com chapéu e indicar a cor nas figuras sem chapéu. Por último, a condição D exige inibição e comutação e permite avaliar se a criança consegue inibir uma resposta e simultaneamente realizar a troca de uma resposta automática por outro consciente (inibir caras tristes nas figuras com chapéu indicar o nome da forma em vez da cor).

Em todas as condições foi feito o registo do tempo de resposta e o número de estímulos identificados corretamente. Posteriormente foi calculada a eficácia, utilizando a fórmula proposta por Espy (1997), ou seja, número de respostas corretas sobre o tempo de reação (Rato, 2018).

De acordo com Rato e colaboradores (2018), os resultados obtidos para a população portuguesa revelam que as crianças de 5 anos tem um desempenho significativo melhor, nomeadamente na eficiência, na precisão e no tempo, do que as crianças de 4 anos, mostrando ter sensibilidade de medição relativa à idade.

4.3.3. Contagem Livre

Tarefa simples de contagem em que é pedido ao participante que conte livremente, de forma a perceber se o participante sabe contar, pelo menos, até dez. Utiliza-se sobretudo para garantia que os participantes não terão dificuldades a executar as tarefas posteriores.

Nesta prova deixamos o participante contar até querer ou até ultrapassar o valor esperado para a idade. É registado se sabe contar até dez e até que número contou.

4.3.4. “Diz-me (Quantos são?)”, “Dá-me!” e “Em que Posição?”

As provas “Diz-me (Quantos são?)”, “Dá-me!” e “Em que Posição?” consistem em tarefas adaptadas de Colomé e Noël (2012) e que pretendem avaliar competências numéricas precoces através de tarefas não simbólicas. A tarefa “Diz-me (Quantos são?)” pretende avaliar a capacidade de cada criança produzir palavras numéricas em contexto cardinal. Nesta prova, é colocada uma folha com uma estrada diante da

criança, coloca-se um semáforo numa das extremidades da estrada e 10 carros dispostos em fila à frente do semáforo. Posteriormente, pede-se à criança que diga quantos carros estão parados em frente ao sinal. Deve-se perguntar à criança 8 vezes, variando o número total de carros entre três, quatro, seis e sete vezes. Em metade dos ensaios deve-se colocar o semáforo do lado esquerdo e na outra metade do lado direito, sempre alternando.

A criança deverá associar uma palavra-número a cada carro (Colomé & Noël, 2012).

A tarefa “Dá-me!” visa avaliar a capacidade de a criança associar uma palavra-número ao número de carros solicitados. Junto à criança é exposto, novamente, uma estrada, um semáforo posto do lado direito da criança, uma garagem em frente ao avaliador, nove carros atrás do sinal distribuídos em duas filas, uma fila com cinco carros e outra com quatro carros. Desta forma, é solicitado à criança que coloque na garagem três, quatro, seis ou sete carros, perfazendo um total de oito ensaios.

A prova “Em que Posição?” consiste numa fila de sete carros em que um carro cor-de-laranja vai variando de posição aos longo dos vários ensaios. É pedido à criança que indique em que lugar está o carro cor-de-laranja, devendo revelar um número ordinal (Colomé & Noël, 2012). Caso a criança não consiga indicar em que lugar está o carro cor-de-laranja, retira-se o carro cor-de-laranja e pede-se que seja a criança a colocá-la num determinado lugar (p. ex.: pede-se para colocar o carro em terceiro lugar). Caso a criança consiga indicar em que lugar está o carro cor-de-laranja são atribuídos 2 pontos por cada resposta correta. Se não conseguir indicar, mas sim colocar o carro na posição correta é dado um ponto por cada resposta correta.

4.4. Procedimentos de Recolha de Dados

Primeiramente foi feito um pedido de autorização à direção pedagógica de ambas as instituições escolares envolvidas (uma da rede privada e uma da rede pública) para reunir com as educadoras de modo a esclarecer o projeto e gerir o procedimento da recolha de dados.

Os dados foram recolhidos com o consentimento informado previamente dado aos encarregados de educação em que é assegurada a confidencialidade de dados.

Todas as crianças foram avaliadas individualmente em ambiente escolar numa sala destinada para o efeito. O presente estudo faz parte de um projeto a decorrer no ICS-UCP intitulado de “Desenvolvimento das representações de quantidade no pré-escolar” que visa estudar as competências de sentido de número em crianças dos

três aos cinco anos ao longo de três anos. Este projeto teve o parecer favorável da Comissão de Ética para a Saúde – CES (Ref. número 21) da Universidade Católica Portuguesa (Anexo). Os dados apresentados neste estudo correspondem a uma sessão de avaliação neuropsicológica com a duração aproximadamente de quarenta e cinco minutos decorrida nos anos letivos 2016/2017 e 2017/2018 incidindo no mesmo período de calendário letivo para ambas as instituições.

4.5. Análise de Dados

A análise estatística envolveu medidas de estatística descritiva (frequências absolutas e relativas, médias e respetivos desvios-padrão) e estatística inferencial. O nível de significância para rejeitar a hipótese nula fixado em $\alpha \leq .05$. Neste, utilizou-se o teste de Fisher, o teste de independência do Qui-quadrado, o teste t de Student para amostras independentes e o teste de Mann-Whitney. A normalidade de distribuição foi analisada com o teste de Shapiro-Wilk e Kolmogorvo-Smirnov e a homogeneidade de variâncias com o teste de Levene, por fim realizou-se correlações de Pearson.

A análise estatística foi efetuada com o Software SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versão 27.0 para Windows.

5. Resultados

Para a obtenção dos resultados, seguindo os vários objetivos em cima mencionados, utilizou-se o teste de Fisher, o teste de independência do Qui-quadrado, o teste t de Student para amostras independentes e o teste de Mann-Whitney. A normalidade de distribuição foi analisada com o teste de Shapiro-Wilk e Kolmogorvo-Smirnov e a homogeneidade de variâncias com o teste de Levene. Para obtermos as correlações existentes entre as provas de funcionamento executivo e as provas de conceito de cardinalidade e ordinalidade recorreremos às correlações de Pierson.

Foram aplicadas as Matrizes Progressivas Coloridas de Raven de forma a garantir os critérios de inclusão e exclusão e avaliar se o raciocínio e a capacidade de resolução de problemas encontram-se no mesmo parâmetro em ambos os grupos em análise.

Verificou-se que os participantes com acesso ao MS obtiveram valores ligeiramente superiores nesta prova, mas sem diferenças estatisticamente significativa a reportar, $t(46) = -0.128$ e $p = .899$.

Na Tabela 2 podemos observar o desempenho dos participantes, em todas as provas aplicadas, para avaliar as funções executivas e conhecimento matemático no que diz respeito à contagem e à identificação dos números cardinais e ordinais.

Na primeira prova, a Escola das Formas, é de salientar que todas as crianças sabiam identificar as diferentes cores.

Na condição A os participantes do grupo SME apresentam uma média de 14.73 de respostas corretas, num total de 15, e desvio padrão de 1.28. Sendo que os participantes do grupo MS responderam todos corretamente, obtendo uma média de 15 e desvio padrão de .00. As diferenças verificadas não são estatisticamente significativas ($p > .05$).

Relativamente ao tempo de eficácia o grupo MS apresenta uma média de tempo menor (26.32) e conseqüentemente melhor eficácia (0.69), no entanto, as diferenças também não são estatisticamente significativas.

Na condição B não se verificam diferenças estatisticamente significativas no número de respostas corretas, em que o grupo SME tem uma média de 16.64 e desvio padrão de 0.66 e o grupo MS, ligeiramente acima, com uma média de 14.77 e desvio padrão 0.43.

Os participantes do grupo SME obtiveram um tempo médio de 27.22 (DP = 22.71) enquanto que o grupo MS obteve um tempo médio de 23.89 (DP = 11.31). Em relação à eficácia do grupo SME, obtiveram média de 0.77 (DP = 0.35) e o grupo MS uma média de 0.72 (DP = 0.25). E assim, concluímos que não existem diferenças estatisticamente significativas relativamente ao tempo e eficácia.

Na condição C tanto no número de respostas corretas como no tempo e eficácia as diferenças não são estatisticamente significativas.

O grupo SME atinge uma média de 13.59 (DP = 2.26) em respostas corretas num tempo médio de 50.03 (DP = 29.02) e eficácia de 0.35 (DP = 0.16).

O grupo de participantes MS apresenta uma média de número de respostas corretas de 14.15 (DP = 1.67) num tempo médio de 46.17 (DP = 17.58) e eficácia de 0.35 (DP = 0.12).

Por último, na condição D também não se verificam diferenças estatisticamente significativas no número de respostas corretas, tempo e eficácia.

O grupo SME tem média de 13.50 (DP = 2.28) em respostas corretas, tempo médio de 41.29 (DP = 17.19) e média de eficácia de 0.40 (DP = 0.22).

O grupo MS tem média de 13.54 (DP = 1.75) em número de respostas corretas, tempo médio de 44.35 (DP = 23.03) e média de eficácia de 0.40 (DP = 0.23).

Na contagem livre verificamos que 100% dos participantes da escola SME conta pelo menos até ao número dez e o grupo MS 92.3% também contam pelo menos até ao número dez.

O número máximo na contagem foi até 59 por dois participantes, um do grupo SME e outro do grupo MS, e o número mínimo foi até 7 por um participante do grupo MS.

Como é possível observar-se na Tabela 4, o grupo SME fez contagem livre obtendo uma média de 27.41 e desvio padrão de 13.77 e o grupo MS uma média de 19.69 e desvio padrão de 14.05.

O desempenho na contagem livre revelou diferenças estatisticamente significativas mais elevadas no grupo SME ($MU = 186.500$, $p = .039$) do que no grupo MS.

Na prova “Diz-me (Quantos são?)” o grupo SME apresentou uma média de 7.50 e desvio padrão de 1.06 e o grupo MS uma média de 7.38 e desvio padrão de 1.44. O desempenho foi mais elevado no grupo SME, embora a diferença não seja estatisticamente significativa ($MU = 284.500$, $p = .966$).

Na prova “Dá-me!” o grupo SME obteve uma média de 6.91 e desvio padrão de 2.20 e o grupo MS uma média de 7.04 e desvio padrão de 2.32. Não se verificam diferenças estatisticamente significativas, $MU = 256.500$, $p = .422$.

Por fim, na prova “Em que posição?” verificamos que 9 participantes do grupo SME e 19 do grupo MS sabiam identificar as posições corretamente do carro.

Aos participantes que não conseguiram identificar em que posição se encontrava o carro cor-de-laranja, pediu-se que fossem eles a colocar o carro numa determinada posição. Colocaram na posição correta 7 participantes do grupo SME e 5 do grupo MS.

Ainda assim, houve participantes que não conseguiram nem identificar nem colocar na posição correta, 6 participantes do grupo SME e 2 do grupo MS. Concluímos que as diferenças são estatisticamente significativas, $MU = 133.000$, $p = .001$, e que o grupo MS apresenta melhores resultados.

Tabela 2: Desempenho das Provas Aplicadas

	SME (N=22)		MS (N=26)		Sig.
	M	DP	M	DP	
MPC Raven	19,00	3,63	19,15	4,53	.899
Escola das Formas					

Condição A					
Corretos	14,73	1,28	15,00	,00	.277
Tempo	34,06	30,71	26,32	10,74	.983
Eficácia	,63	,28	,69	,33	.983
Condição B					
Corretos	14,64	,66	14,77	,43	.622
Tempo	27,22	22,71	23,89	11,31	.408
Eficácia	,77	,35	,72	,25	.495
Condição C					
Corretos	13,59	2,26	14,15	1,67	.617
Tempo	50,03	29,02	46,17	17,58	.788
Eficácia	,35	,16	,35	,12	.983
Condição D					
Corretos	13,50	2,28	13,54	1,75	.713
Tempo	41,29	17,19	44,35	23,03	.889
Eficácia	,40	,22	,40	,23	.915
Contagem Livre	27.41	13.77	19,69	14,05	.039*
Diz-me (Quantos são?)	7,50	1,06	7,38	1,44	,966
Dá-me!	6,91	2,20	7,04	2,32	,422
Em que posição?	3,13	2,64	5,81	3,03	,001***

* $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$ | SME - Sem Método Estruturado; MS – Método Singapura

Para comparar o desempenho dos participantes por idades (em meses), primeiramente calculou-se a média de idade em meses do grupo SME ($M = 64$) e do grupo com MS ($M = 59,2$) e, posteriormente criou-se dois grupos, os participantes mais novos e os participantes mais velhos. A faixa etária do grupo mais novo foi definido entre [49, 59] e o grupo mais velho entre [60, 71] meses. O grupo SME é constituído por 8 participantes mais novos e o grupo MS constituído por 12. Os participantes mais velhos do grupo SME e do grupo MS são constituídos ambos por 14 crianças.

Quando comparamos o desempenho dos participantes mais novos das duas escolas, percebemos que o desempenho do grupo MS é significativamente mais elevado na prova de ordinalidade - Em que posição? - $MU = 20.000$, $p = .031$. Podendo verificar-se os resultados obtidos na Tabela 3.

Tabela 3: Comparação entre os Participantes mais novos de ambos os métodos

	SME (N=8)		MS (N=12)		Sig.
	M	DP	M	DP	
MPC Raven	17,25	3,96	18,25	5,26	,678
Escola das Formas					
Condição A					
Corretos	14,25	2,12	15,00	,00	,678
Tempo	56,45	43,39	29,09	11,22	,208
Eficácia	,44	,36	,60	,26	,208
Condição B					
Corretos	14,75	,46	14,75	,45	1,000
Tempo	45,72	29,88	27,75	13,71	,181
Eficácia	,49	,34	,63	,24	,181
Condição C					
Corretos	12,75	2,43	13,58	2,23	,521
Tempo	74,79	34,65	52,28	22,67	,115
Eficácia	,23	,18	,31	,14	,181
Condição D					
Corretos	13,88	,83	13,42	1,56	,734
Tempo	51,23	19,71	54,18	26,87	1,000
Eficácia	,31	,13	,32	,18	,773
Contagem livre	16,75	8,83	16,17	9,91	,792
Diz-me (Quantos são?)	7,13	1,46	6,75	1,96	,792
Dá-me!	5,50	3,21	6,00	3,16	,678
Em que posição?	1,63	2,26	4,92	3,12	,031*

$p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$ | SME - Sem Método Estruturado; MS - Método Singapura

Na Tabela 4 podemos observar que existem diferenças estatisticamente significativas ao compararmos o desempenho cognitivo dos participantes mais velhos de ambos os métodos de ensino.

O desempenho na prova de contagem livre é significativamente mais elevado nos participantes do grupo SME, $MU = 53.500$, $p = .039$. Já o desempenho na prova de ordinalidade (“Em que Posição?”) é significativamente mais elevado nos participantes do grupo MS, $MU = 39.500$, $p = .006$.

Tabela 4: Comparação entre os Participantes mais velhos de ambos os métodos

	SME (n=14)		MS (n=14)		M	
	DP		M		DP	Sig.
MPC Raven	20,00	3,14	19,93	3,83	,982	
Escola das Formas						
Condição A						
Corretos	15,00	,00	15,00	,00	1,000	
Tempo	21,27	5,01	23,94	10,10	,571	
Eficácia	,74	,14	,76	,37	,571	
Condição B						
Corretos	14,57	,76	14,79	,43	,667	
Tempo	16,64	4,63	20,57	7,85	,104	
Eficácia	,93	,24	,80	,25	,194	
Condição C						
Corretos	14,07	2,09	14,64	,74	,427	
Tempo	35,89	11,01	40,92	9,74	,137	
Eficácia	,41	,10	,38	,10	,376	
Condição D						
Corretos	13,29	2,81	13,64	1,95	,910	
Tempo	36,32	13,98	35,92	15,60	,910	
Eficácia	,45	,24	,47	,24	,874	
Contagem livre	33,50	12,44	22,71	16,59	,039*	
Diz-me (Quantos são?)	7,71	,73	7,93	,27	,734	
Dá-me!	7,71	,61	7,93	,27	,511	
Em que posição?	4,00	2,51	6,57	2,41	,006**	

$p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$ | SME - Sem Método Estruturado; MS - Método Singapura

Na Tabela 5 verifica-se que o desempenho dos participantes do sexo feminino é estatisticamente mais elevado nos participantes do grupo MS, $MU = 9.000$, $p = .002$.

Na Tabela 6 é possível verificar que o desempenho dos participantes do sexo masculino não apresenta diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos.

Tabela 5: Comparação entre o Sexo Feminino de ambos os Métodos

	SME (n=9)		MS (n=10)		Sig.
	M	DP	M	DP	
MPC Raven	17,67	3,08	19,80	4,71	,315
Escola das Formas					
Condição A	15,00	,00	15,00	,00	1,000
Corretos	40,20	35,57	23,77	7,83	,400
Tempo	,58	,33	,71	,28	,400
Eficácia					
Condição B					
Corretos	14,56	,73	14,80	,42	,604
Tempo	31,46	28,83	19,99	5,80	,720
Eficácia	,72	,37	,80	,23	,661
Condição C					
Corretos	13,89	1,62	14,90	,32	,079
Tempo	59,84	33,67	42,21	9,73	,604
Eficácia	,32	,19	,38	,11	,497
Condição D					
Corretos	13,78	2,59	14,10	,99	,604
Tempo	46,62	16,12	36,53	12,71	,211
Eficácia	,33	,13	,44	,18	,400
Contagem livre	26,78	12,77	19,90	13,17	,447
Diz-me (Quantos são?)	7,56	1,33	8,00	,00	,720
Dá-me!	6,56	2,88	8,00	,00	,447
Em que posição?	2,11	2,57	6,40	2,50	,002**

* $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$ | SME - Sem Método Estruturado; MS - Método Singapura

Tabela 6: Comparação entre o Sexo Masculino de ambas os Métodos

	SME (n=13)		MS (n=16)		Sig.
	M	DP	M	DP	
MPC Raven	19,92	3,80	18,75	4,52	,351
Escola das Formas					
Condição A					
Corretos	14,54	1,66	15,00	,00	,746

Tempo	29,81	27,55	27,91	12,18	,589
Eficácia	,67	,24	,68	,36	,589
Condição B					
Corretos	14,69	,63	14,75	,45	1,000
Tempo	24,28	18,05	26,32	13,30	,232
Eficácia	,81	,34	,68	,26	,232
Condição C					
Corretos	13,38	2,66	13,69	1,99	,914
Tempo	43,25	24,41	48,64	21,00	,449
Eficácia	,37	,14	,33	,13	,449
Condição D					
Corretos	13,31	2,14	13,19	2,04	,880
Tempo	37,30	17,54	49,23	26,85	,302
Eficácia	,46	,26	,38	,25	,371
Contagem livre	27,85	14,92	19,56	15,00	,068
Diz-me (Quantos são?)	7,46	,88	7,00	1,75	,714
Dá-me!	7,15	1,68	6,44	2,83	1,000
Em que posição?	3,85	2,54	5,44	3,03	,110

* $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$ | SME - Sem Método Estruturado; MS - Método Singapura

Na tabela 7 e 8 verifica-se a correlação existente entre o funcionamento executivo e o conhecimento dos conceitos de cardinalidade e de ordinalidade no grupo SME e no ME, respetivamente. No grupo SME verifica-se uma correlação estatisticamente significativa entre as condições A (controlo), B (inibição) e C (comutação) e as provas de contagem livre e “Dá-me!”.

No grupo MS verifica-se uma correlação estatisticamente significativa entre a condição B (inibição) e a condição C (comutação) e a prova “Dá-me!” e a prova de ordinalidade – “Em que posição?”.

Tabela 7: Correlação entre Funcionamento Executivo e Conceito de Cardinalidade e Ordinalidade do grupo SME

	Contagem Livre	Diz-me (Quantos são?)	Dá-me!	Em que posição?
Escola das Formas				
Condição A Eficácia	.515*	.384	.714**	.397
Condição B Eficácia	.651**	.263	.644**	.422
Condição C Eficácia	.487*	.275	.596**	.386
Condição D Eficácia	.182	.036	.310	.228

*p < .05, **p < .01

Tabela 8: Correlação entre Funcionamento Executivo e Conceito de Cardinalidade e Ordinalidade do grupo MS

	Contagem Livre	Diz-me (Quantos são?)	Dá-me!	Em que posição?
Escola das Formas				
Condição A Eficácia	.111	.096	.183	.375
Condição B Eficácia	.297	.373	.547**	.475*
Condição C Eficácia	.224	.408*	.524**	.415*
Condição D Eficácia	.267	.335	.355	.362

*p < .05, **p < .01

6. Discussão

O presente estudo surgiu com o objetivo de dar resposta à questão se a frequência de um método de ensino estruturado da matemática no pré-escolar pode ter influência sobre o funcionamento executivo e o conhecimento matemático, especialmente quanto aos conceitos de cardinalidade e ordinalidade, e se estes se relacionam entre si em benefício da aprendizagem.

A literatura tem mostrado algumas evidências de que o desempenho do funcionamento executivo prediz as competências matemáticas aprendidas precocemente, em idade pré-escolar, nomeadamente, nas primeiras aprendizagens como a contagem de objetos em contexto cardinal e ordinal (Valcan, 2020).

Apesar de a nível nacional os conteúdos lecionados no pré-escolar poderem ser os mesmos, a forma como são dados pode variar consoante as escolas e são poucas as que seguem um método estruturado para o ensino da matemática, sendo livre o seguimento das orientações curriculares para o pré-escolar para este domínio (Silva, 2016).

Partindo primeira análise proposta, os nossos resultados indicam que não há diferenças no funcionamento executivo de crianças que frequentem um método de ensino estruturado, comparativamente com as que frequentam um ensino sem especificidade ou sistematização no âmbito da matemática. Sabe-se que as funções executivas são também influenciadas por vários fatores como, por exemplo, o nível socioeconómico, a cultura, ambiente familiar, interação entre pais e pares ou hábitos da família nuclear (Dias, 2013). Ainda que se tenha tentado, através dos critérios de inclusão e exclusão que os grupos fossem os mais homogêneos possíveis, é sempre difícil de controlar todos estes fatores.

Posteriormente, analisou-se o desempenho da contagem livre, contagem de objetos e de facultar um determinado número de objetos. De acordo com Àngels (2012), vários estudos indicam que tarefas de contagem livre ou de contagem de objetos são mais simples do que pedir à criança que dê exatamente o mesmo número de objetos. Os resultados obtidos indicam que o grupo SME apresentou maior sucesso na prova de contagem livre e que o grupo MS obteve melhor desempenho nas provas de contagem de objetos e de facultar um determinado número de objetos.

A prova “Dá-me!”, onde a criança deverá facultar um determinado número de objetos solicitado, é mais difícil porque obriga que a criança associe cada palavra número a um objeto (Colomé & Noël, 2012), ao contrário da contagem livre que não necessita de ser síncrona, isto é, não implica que a criança saiba que cada palavra

número corresponde a um único objeto e que a última palavra-número representa o número total do conjunto (Kroesbergen, 2009).

O que se observou nas provas de cardinalidade foi que, à exceção da contagem livre, não se verificaram diferenças significativas entre ambos os grupos. Na contagem livre o grupo de participantes mais velhos pertencentes ao grupo SME obteve um melhor desempenho do que os do grupo MS. O que pode ser indicador que o conceito de cardinalidade está a ser bastante trabalhado no sistema de ensino público seguindo as orientações curriculares. Segundo Silva (2016), o Ministério da Educação reforça a importância da aprendizagem de conteúdos matemáticos precocemente.

A prova “Em que posição?” é considerada a tarefa mais complexa no âmbito dos conceitos matemáticos para estas idades e foi precisamente onde se notou as maiores dificuldades na realização, especialmente no grupo SME. Isto porque, primeiro, a compreensão do conceito de ordinalidade para além de ser mais exigente, só é adquirido depois de o conceito de cardinalidade estiver bem dominado e não existirem dificuldades em entender o vínculo dependente entre as palavras-números e os objetos (Wiese, 2007), porque a compreensão do conceito de ordinalidade depende da compreensão de ponto de referência e de três princípios, como foi descrito anteriormente no enquadramento teórico (de Assis, 2010).

Ao analisar os resultados da prova “Em que posição?” conclui-se que os participantes do grupo MS revelam desempenhos estatisticamente significativos em relação ao grupo SME.

É de salientar que, relativamente à prova de contagem livre, considerando que foi no grupo de participantes mais velhos que se verificou melhor desempenho, será um indicador de este poder ser um dos domínios mais trabalhados no SME, não representando propriamente um maior domínio sobre as competências matemáticas, já que o mesmo não se verifica na cardinalidade e ordinalidade.

Ainda que não se verifiquem diferenças na aprendizagem do conceito cardinal, podemos concluir que em tarefas mais complexas, como a aprendizagem do conceito ordinal, o método de Singapura poderá favorecer desempenhos mais interessantes.

Os resultados obtidos permitiram ainda concluir que existem correlações estatisticamente significativas entre o funcionamento executivo e o desempenho matemático nos dois grupos. No grupo SME pode-se observar correlações entre o funcionamento executivo (condição de inibição e comutação) e as tarefas de cardinalidade, nomeadamente na contagem livre. Já no grupo MS verificou-se

correlações entre o funcionamento executivo, também nas condições de inibição e comutação, e na tarefa de ordinalidade.

Conclui-se que no grupo SME, um maior controlo inibitório permite um melhor desempenho na capacidade de contagem livre e, no grupo MS, um maior controlo inibitório juntamente com a capacidade de comutação permitem um melhor desempenho numa tarefa de maior complexidade como a de ordinalidade.

Embora não se tenha encontrado diferenças significativas no funcionamento executivo entre os dois grupos, verifica-se a existência de uma diferença quanto à relação entre o funcionamento executivo e as diferentes tarefas matemáticas. O controlo inibitório e a capacidade de comutação parecem influenciar a contagem livre, conceito de cardinalidade, no grupo SME. Por outro lado, no grupo MS, o controlo inibitório e a comutação indicam-nos uma relação com a capacidade de execução na tarefa de ordinalidade.

O presente estudo demonstra que o método de Singapura tem influência na compreensão e aprendizagem do conceito de ordinalidade e ainda que não tenham sido encontradas diferenças executivas nos dois grupos, verificaram-se relações fortes entre funcionamento executivo e desempenho sobre tarefas de ordinalidade. De acordo com Abreu (2017) é o MS em conjunto com o trabalho precoce que permite as crianças apresentarem sucesso em níveis de dificuldade mais elevados.

Assim, a importância da aplicação de um programa educacional de qualidade para melhores resultados a longo prazo no desempenho educacional (Campbell, 2001) saí reforçada neste estudo. Os nossos resultados demonstram que a utilização de uma metodologia estruturada para a aprendizagem da matemática desde o pré-escolar, contribui para trabalhar noções matemáticas mais complexas que pode traduzir-se em fortes benefícios para o futuro sucesso escolar.

7. Limitações e futuros estudos

Encontramos algumas limitações neste estudo sendo necessárias de ressaltar. Primeiramente, a dimensão reduzida da amostra e a impossibilidade de controlar algumas variáveis individuais, como o estatuto socioeconómico. Ainda que todos os encarregados de educação dos participantes que tivessem habilitações literárias abaixo do nível secundário fossem eliminados da amostra, ainda foram verificadas diferenças quanto às habilitações literárias entre os progenitores de ambos os grupos analisados. Assim, a amostra não é representativa não sendo possível generalizar os resultados.

Uma outra limitação está associada aos instrumentos de avaliação neuropsicológica. As funções executivas regulam outros processos cognitivos como a memória de trabalho, o controlo inibitório e a flexibilidade cognitiva, neste sentido, e para alguns autores, avaliar as funções executivas poderá conter algumas impurezas. Uma forma de contornar este problema seria a utilização de provas mais específicas de memória de trabalho, controlo inibitório e de flexibilidade cognitiva, nomeadamente, um protocolo para este efeito. Ainda assim, existe na literatura evidências de que os instrumentos selecionados são medidas adequadas para avaliar estas funções na população pré-escolar portuguesa.

Teria sido relevante realizar regressões para compreender qual das condições surge como fator preditor das competências matemáticas, já que são várias as que se correlacionam, sobretudo com especificidades para cada grupo, contudo, a amostra em análise é muito pequena e os resultados não se revelaram estatisticamente significativos. Foi inclusive calculado o poder do teste no G-Power, mas não revelou qualquer efeito preditor.

Como recomendações para futuros estudos sugere-se que se aumente a amostra para que a comparação de grupos sem métodos de ensino estruturado e grupos com método de Singapura possa ser mais robusta, pois tornar-se-á mais fácil controlar alguns fatores socioeconómicos e, conseqüentemente, alcançar resultados mais fidedignos. Para além disso, a realização de follow-up destas crianças daria também maior consistência aos resultados apresentados.

8. Conclusões

Nos últimos anos, vários estudos relacionaram as funções executivas com a matemática, concluindo que as tarefas matemáticas requerem competências executivas (Valcan, 2020). Para Campbell (2001) as crianças que frequentam um ensino com programas educativos de alta qualidade revelam melhores resultados matemáticos ao longo da vida adulta.

Este trabalho junta-se a esta literatura contribuindo, por um lado, para a perceção de como as metodologias de ensino estruturadas, implementadas precocemente, podem revelar bons resultados em determinadas competências, neste caso, na ordinalidade, e, por outro, perceber que estas competências se relacionam como o desenvolvimento do funcionamento executivo. Assim, é necessário continuar a

atender a esta relação e considerar a sua importância na construção dos programas educativos no domínio da matemática logo no pré-escolar.

9. Referências Bibliográficas

Abreu, J. C. F., Dinis, R. J. D. J. V., & Teixeira, R. C. (2018). Experiências na construção e gestão de materiais pedagógicos inspirados no Método de Singapura na Educação Pré-Escolar e no 1.º Ciclo do Ensino Básico. *Jornal das Primeiras Matemáticas*, 11, 65106.

Abreu, J. C. F. (2018). Construção e Gestão de Materiais Pedagógicos no Ensino da Matemática: uma adaptação do Método de Singapura no contexto da Educação Pré-Escolar e do 1.º Ciclo do Ensino Básico (Doctoral dissertation).

Anderson, P. (2002). Assessment and development of executive function (EF) during childhood. *Child Neuropsychology*, 8(2), 71-82.

Assis, G. J. A. D., Corrêa, D. R., Souza, C. B. A. D., & Prado, P. S. T. (2010). Aprendizagem de Relações Ordinais por meio de Treino de uma única Sequência de Estímulos. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 26(4), 675-685.

Baroody, A. (2002). Incentivar a aprendizagem matemática das crianças. *Manual de investigação em educação de infância*, 333-390.

Barros, P. M., & Hazin, I. (2013). Avaliação das funções executivas na infância: revisão dos conceitos e instrumentos. *Revista Psicologia em Pesquisa*, 7(1).

Boonen, A. J., Kolkman, M. E., & Kroesbergen, E. H. (2011). The relation between teachers' math talk and the acquisition of number sense within kindergarten classrooms. *Journal of School Psychology*, 49(3), 281-299.

Cabral, J. (2016). O método Kumon versus método de Singapura no ensino da Matemática. Universidade dos Açores

Campbell, F. A., Pungello, E. P., Miller-Johnson, S., Burchinal, M., & Ramey, C. T. (2001). The development of cognitive and academic abilities: growth curves from an early childhood educational experiment. *Developmental psychology*, 37(2), 231.

Carlson, S. M. (2005). Developmentally sensitive measures of executive function in preschool children. *Developmental neuropsychology*, 28(2), 595-616.

Chu, F. W., Hoard, M. K., Nugent, L., Scofield, J. E., & Geary, D. C. (2019). Preschool deficits in cardinal knowledge and executive function contribute to longer-term mathematical learning disability. *Journal of Experimental Child Psychology*, 188, 104668.

Colomé, À., & Noël, M. P. (2012). One first? Acquisition of the cardinal and ordinal uses of numbers in preschoolers. *Journal of experimental child psychology*, 113(2), 233-247.

Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual review of psychology*, 64, 135-168.

Dias, N. M., & Seabra, A. G. (2013). Funções executivas: desenvolvimento e intervenção. *Temas sobre Desenvolvimento*, 19(107), 206-212.

Edo, M., & Ribeiro, C. (2007). A Matemática na Educação Infantil: contextos criativos de aprendizagem. In *Actas CIANEI 2º, Congresso Internacional de Aprendizagem na Educação de Infância* (pp. 595-606).

Elliott, R. (2003). Executive functions and their disorders: Imaging in clinical neuroscience. *British medical bulletin*, 65(1), 49-59.

Espy, K. A., McDiarmid, M. M., Cwik, M. F., Stalets, M. M., Hamby, A., & Senn, T. E. (2004). The contribution of executive functions to emergent mathematic skills in preschool children. *Developmental neuropsychology*, 26(1), 465-486.

Ginsburg, H. P., Lee, J. S., & Boyd, J. S. (2008). Mathematics education for young children: What it is and how to promote it. *Social policy report*, 22(1), 1-24.

Gonçalves, H. A., Viapiana, V. F., Sartori, M. S., Giacomoni, C. H., Stein, L. M., & Fonseca, R. P. (2017). Funções executivas predizem o processamento de habilidades básicas de leitura, escrita e matemática?. *Neuropsicologia Latinoamericana*, 9(3).

Kroesbergen, E. H., et al. "Individual differences in early numeracy: The role of executive functions and subitizing." *Journal of Psychoeducational Assessment* 27.3 (2009): 226-236.

Klibanoff, R. S., Levine, S. C., Huttenlocher, J., Vasilyeva, M., & Hedges, L. V. (2006). Preschool children's mathematical knowledge: The effect of teacher" math talk." *Developmental psychology*, 42(1), 59.

LeFevre, J. A., Berrigan, L., Vendetti, C., Kamawar, D., Bisanz, J., Skwarchuk, S. L., & Smith-Chant, B. L. (2013). The role of executive attention in the acquisition of mathematical skills for children in Grades 2 through 4. *Journal of Experimental Child Psychology*, 114(2), 243-261.

León, C. B. R., Rodrigues, C. C., Seabra, A. G., & Dias, N. M. (2013). Funções executivas e desempenho escolar em crianças de 6 a 9 anos de idade. *Revista Psicopedagogia*, 30(92), 113-120.

Litkowski, E. C., Duncan, R. J., Logan, J. A., & Purpura, D. J. (2020). When do preschoolers learn specific mathematics skills? Mapping the development of early numeracy knowledge. *Journal of Experimental Child Psychology*, 195, 104846.

Müller, U., Steven Dick, A., Gela, K., Overton, W. F., & Zelazo, P. D. (2006). The role of negative priming in preschoolers' flexible rule use on the dimensional change card sort task. *Child development*, 77(2), 395-412.

Nogueira, C. M. I. (2011). Pesquisas atuais sobre a construção do conceito de número: para além de Piaget?. *Educar em Revista*, (SE1), 109-124.

Padilla, M. E. O. (2009). Competencia matemática en niños en edad preescolar. *Psicogente*, 12(22).

Papazian, O., Alfonso, I., & Luzondo, R. J. (2006). Trastornos de las funciones ejecutivas. *Revista de Neurología*, 42(3), 45-50.

Pereira, A. P. P., Seabra, A. G., Dias, N. M., Trevisan, B. T., & Prado, J. M. (2012). Funções executivas em crianças pré-escolares: desenvolvimento da atenção seletiva medida pelo Teste de Atenção por Cancelamento. *Cadernos de Psicopedagogia*, 1-16.

Pereira, A. P. P., Dias, N. M., Araújo, A. M., & Seabra, A. G. (2018). Funções executivas na infância: Avaliação e dados normativos preliminares para crianças portuguesas em idade pré-escolar.

Purpura, D. J., Napoli, A. R., & King, Y. (2019). Development of Mathematical Language in Preschool and Its Role in Learning Numeracy Skills. In *Cognitive Foundations for Improving Mathematical Learning* (pp. 175-193). Academic Press.

Rato, J. R., Ribeiro, F., & Castro-Caldas, A. (2018). Executive functioning of Portuguese preschoolers in the Shape School test: A cross cultural study. *Applied Neuropsychology: Child*, 7(3), 200-207.

Ribner, A. D., Willoughby, M. T., Blair, C. B., & Family Life Project Key Investigators. (2017). Executive function buffers the association between early math and later academic skills. *Frontiers in psychology*, 8, 869.

Rosa, M. D. C. M. F. (2013). A matemática na transição do pré-escolar para o primeiro ciclo: Importância e dificuldades percebidas pelos professores e educadores (Doctoral dissertation, ISPA-Instituto Universitário).

De Santana, A. N., Roazzi, A., Melo, M. R. A., Mascarenhas, S. A. D. N., & De Souza, B. C. (2019). FUNÇÕES EXECUTIVAS E MATEMÁTICA: EXPLORANDO AS

RELAÇÕES. *Amazônica-Revista de Psicopedagogia, Psicologia escolar e Educação*, 23(1, Jan-Jun), 130-151.

Santos, C. P., & Teixeira, R. E. C. (2014). Matemática na educação pré-escolar: a primeira dezena. *Jornal das Primeiras Matemáticas*, (3), 17-46.

Schmitt, S. A., Korucu, I., Napoli, A. R., Bryant, L. M., & Purpura, D. J. (2018). Using block play to enhance preschool children's mathematics and executive functioning: A randomized controlled trial. *Early Childhood Research Quarterly*, 44, 181-191.

Schmitt, S. A., Purpura, D. J., & Elicker, J. G. (2019). Predictive links among vocabulary, mathematical language, and executive functioning in preschoolers. *Journal of Experimental Child Psychology*, 180, 55-68.

Silva, I. (2016). *Orientações Curriculares para a Educação Pré-Escolar*. 1ª Edição.

Lisboa: Ministério da Educação.

Simões, M. M. R. (1995). *Investigações no âmbito da aferição nacional do teste das Matrizes Progressivas Coloridas de Raven (MPCR)* (Doctoral dissertation).

Teixeira, R. E. C. (2015). *Ensino da Matemática: O Método de Singapura*. Atlântico Expresso, 17-17.

Thompson, A., & Steinbeis, N. (2020). Sensitive periods in executive function development. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 36, 98-105.

Valcan, D. S., Davis, H. L., Pino-Pasternak, D., & Malpique, A. A. (2020). Executive functioning as a predictor of children's mathematics, reading and writing. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 70, 101196.

von Spreckelsen, M., Dove, E., Coolen, I., Mills, A., Dowker, A., Sylva, K., ... & Scerif, G. (2019). Let's Talk About Maths: The Role of Observed "Maths-Talk" and Maths Provisions in Preschoolers' Numeracy. *Mind, Brain, and Education*, 13(4), 326-340.

Wiese, H. (2007). The co-evolution of number concepts and counting words. *Lingua*, 117(5), 758-772.

